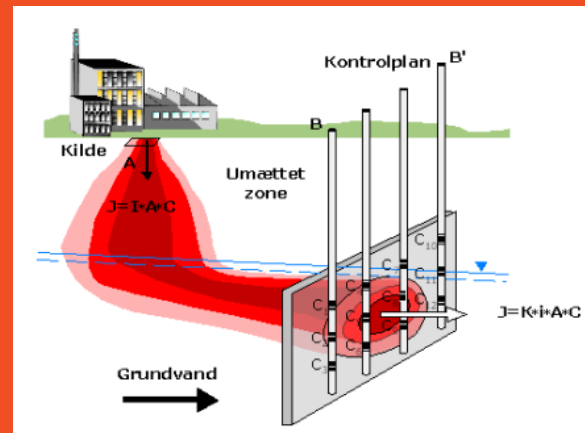


Fluxberegning

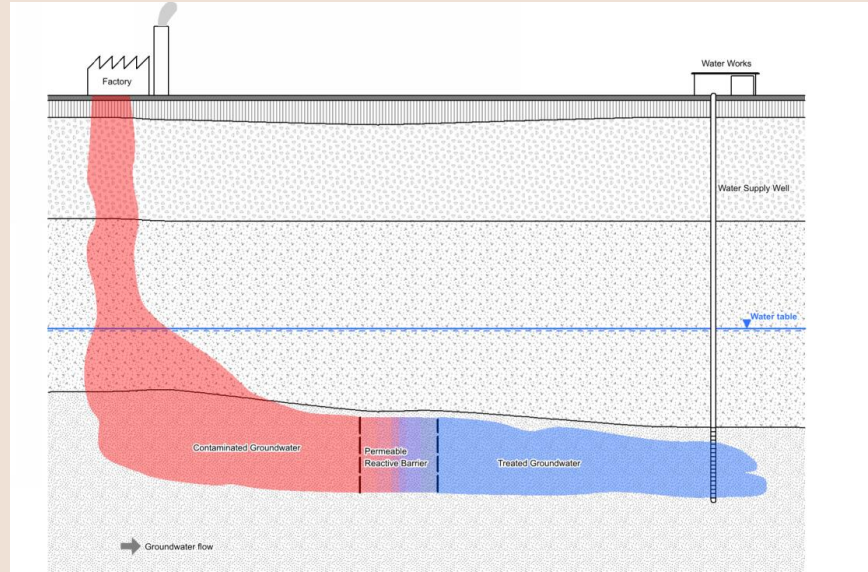
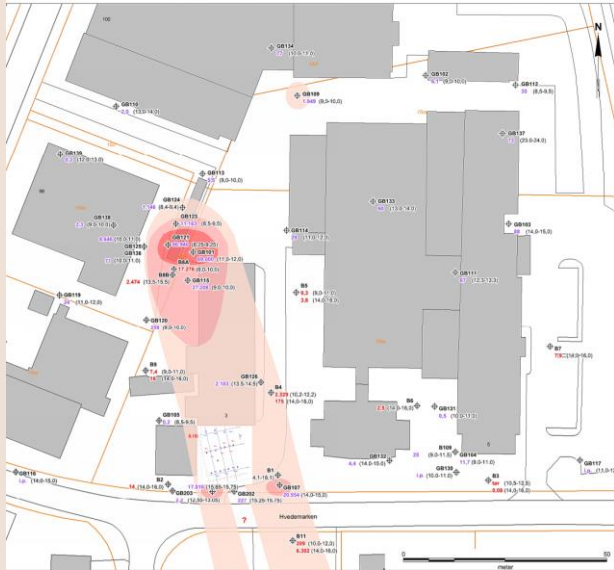
Sammenligning af avanceret fluxberegning med beregning med traditionelle metoder



Miljøprojekt nr. 1479, 2013

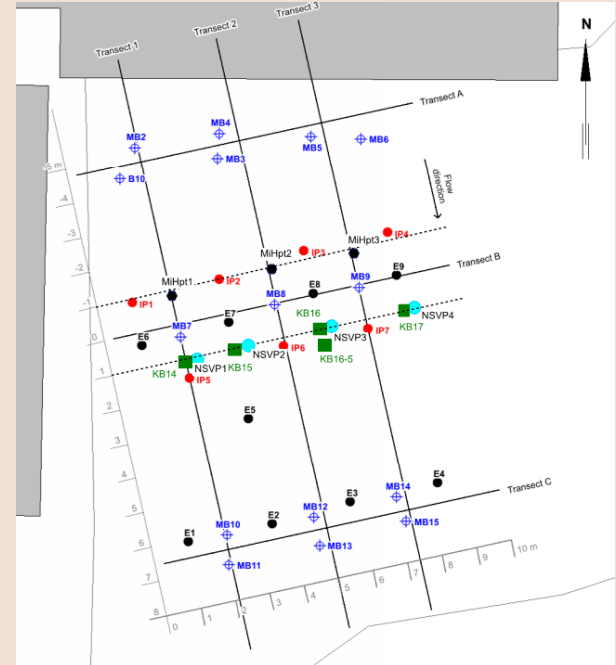
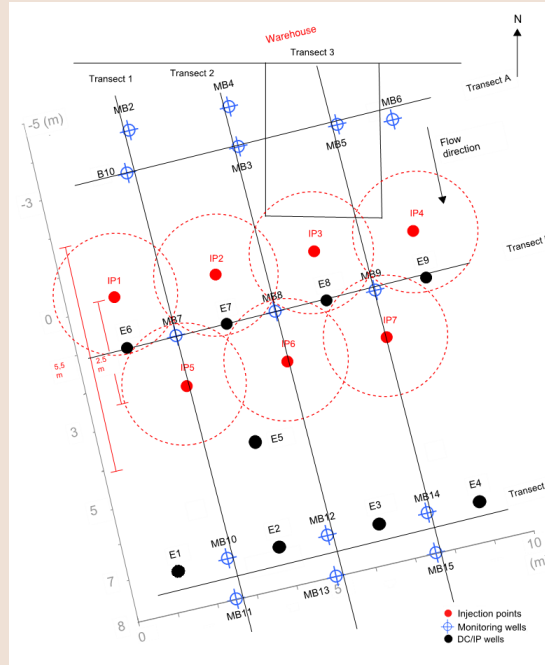
Kirsten Rügge og Morten Dreyer, COWI
Rasmus Thalund-Hansen, Rambøll, Poul L. Bjerg, DTU
Maria Hag og Nina Tuxen, Region Hovedstaden

Udviklingsprojekt vedr. oprensning af forureningsfaner med chlorerede oplm.

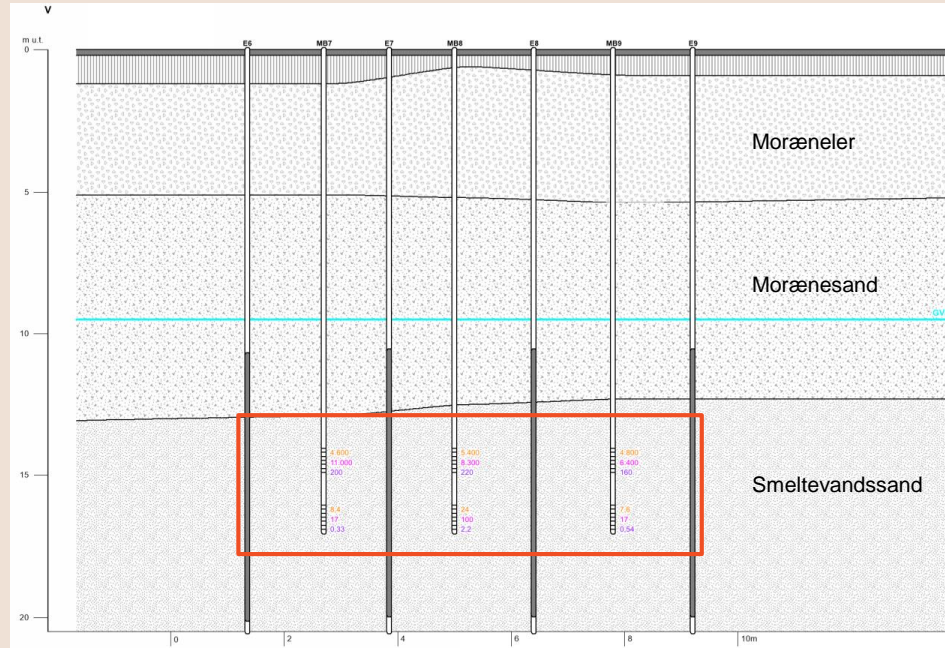
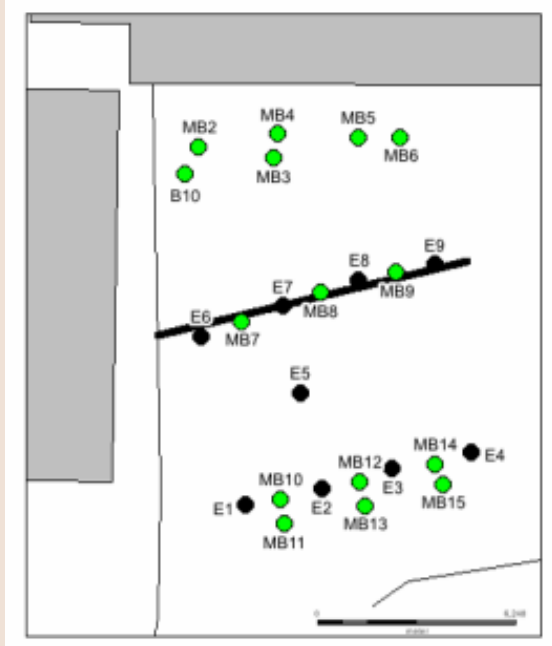


Dokumentation

- Monitoringsboringer
- DCIP-boringer
- Kornstørrelsesanalyser, GSA
- Slug tests
- Niveauspecifikke vandprøver, NSVP



Transekt B



Flux-beregning

$$J = A \times C \times q, \text{ eller } J = A \times C \times K_h \times I$$

hvor

J = Flux (kg/år)

A = Areal (m²)

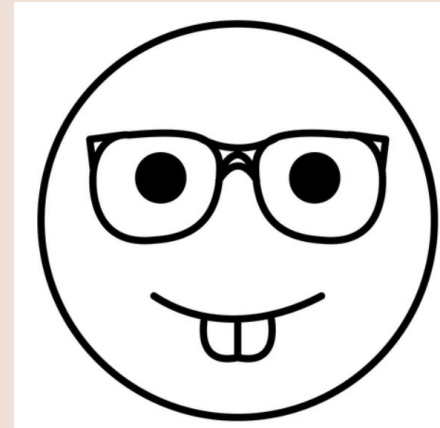
C = Koncentration (µg/l)

q = Darcy-hastighed

q = K_h × I

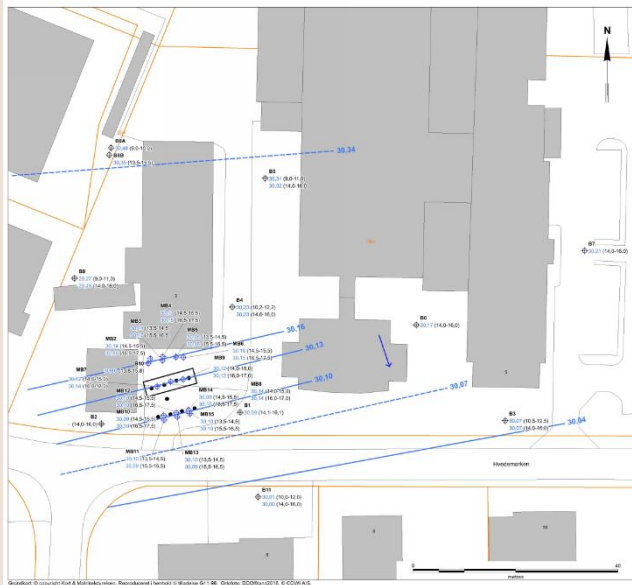
K_h = Hydraulisk ledningsevne

I = Gradient



Parametre til Flux-beregning

Gradient, I



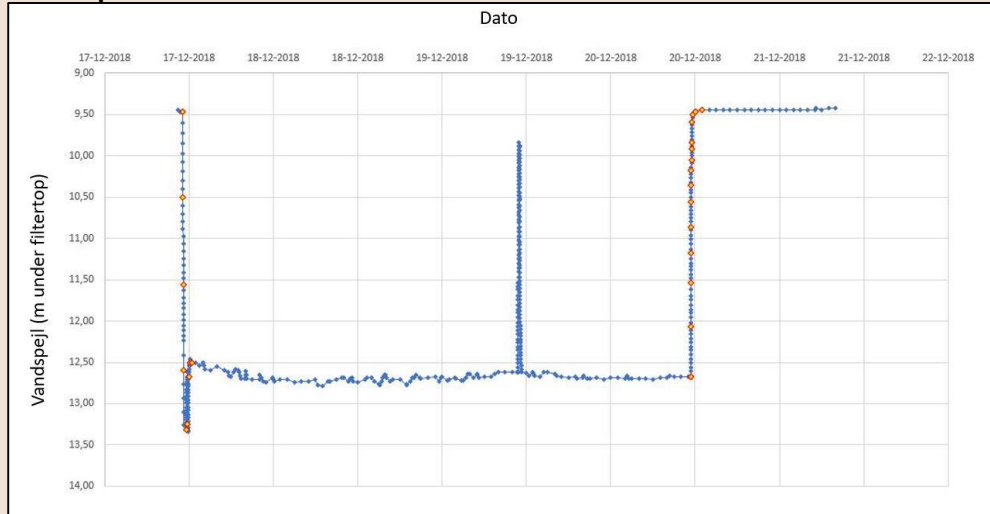
$I = 0,006 \text{ m/m}$



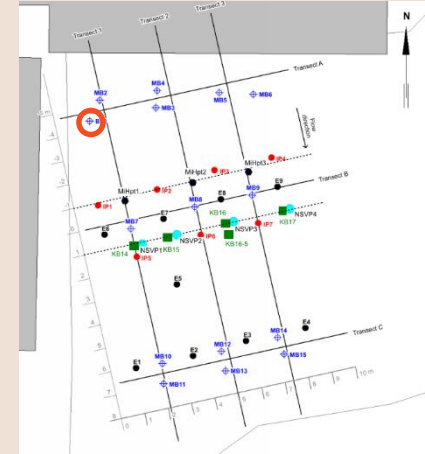
Parametre til Flux-beregning

Hydraulisk ledningsevne, K_h

Pumpetest i B8



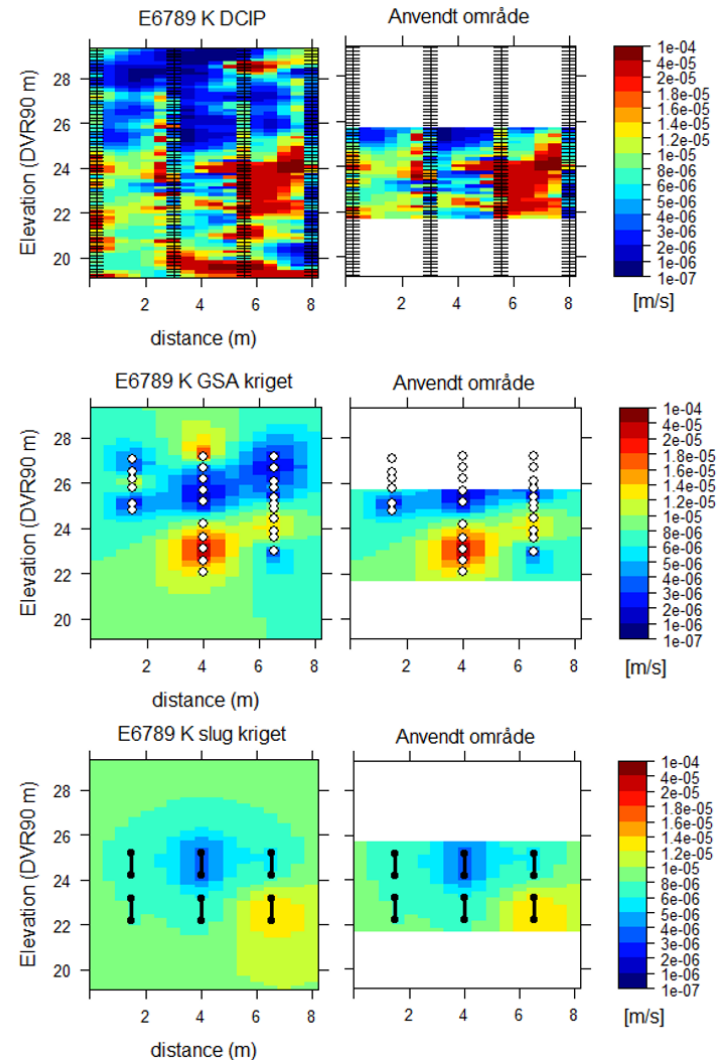
$K_h = 4 \times 10^{-5} - 8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ $V_d = 7,6-15 \text{ m/år}$ $V_p = 38-75 \text{ m/år}$ ($\rho_e = 0,2$)



Parametre til Flux-beregning

Estimering af hydraulisk ledningsevne, K_h

- 3128 K_h estimater fra DCIP i hele feltet/ ca. 200 i transekt
 - $K_h = 1 \times 10^{-7} - 8 \times 10^{-4}$ m/s
- 30 K_h estimater fra GSA i hele feltet/16 i transekt
 - $K_h = 8,7 \times 10^{-7} - 3 \times 10^{-5}$ m/s
- 31 K_h estimater fra slug test i hele feltet/6 i transekt
 - $K_h = 1,1 \times 10^{-6} - 3,3 \times 10^{-5}$ m/s



Parametre til Flux-beregning

Hydraulisk ledningsevne, K_h
JAGG

Valgliste

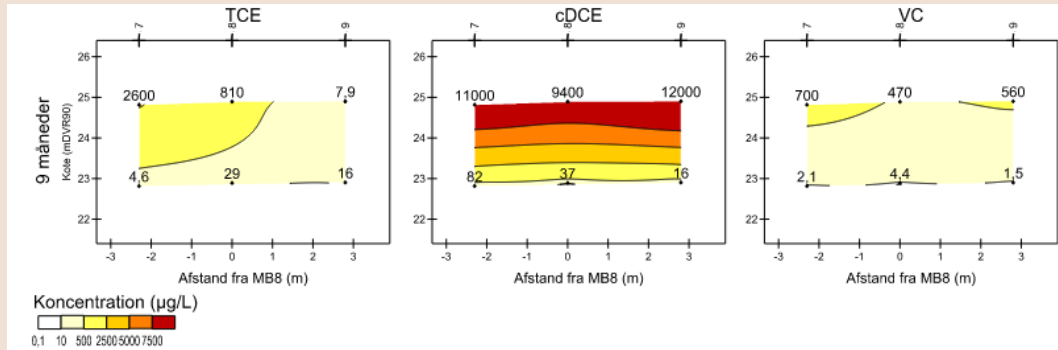
Aquifermateriale	Hydrau. ledningsev. (m/s)		Effektiv porøsitet		Vandmæt porøs	
	Interval	Værdi	Interval	Værdi	Interval	Værdi
Lerjorde (overfladenært)	1E-08-1E-06	0.00000001	0,01 - 0,2	0.1	0,35 - 0,45	0.4
Dybe lerlag	1E-08-1E-02	0.00000001	0,01 - 0,2	0.1	0,35 - 0,45	0.4
Silt	1E-05-5E-05	0.00001	0,01 - 0,2	0.15	0,35 - 0,45	0.4
Sand, fint	1E-05-5E-05	0.00001	0,1 - 0,3	0.2	0,35 - 0,5	0.45
Sand, mellemkornet	5E-05-1E-04	0.00005	0,15 - 0,3	0.2	0,35 - 0,5	0.45
Sand, groft	2E-04-1E-03	0.0002	0,2 - 0,35	0.25	0,35 - 0,5	0.45
Grus	1E-03-5E-02	0.001	0,1 - 0,35	0.2	0,25 - 0,4	0.35



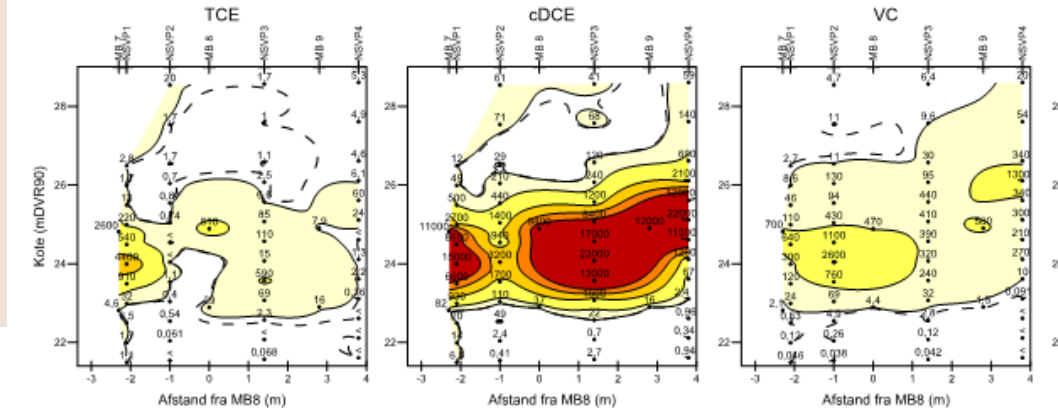
$$K_h = 1 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

Parametre til Flux-beregning

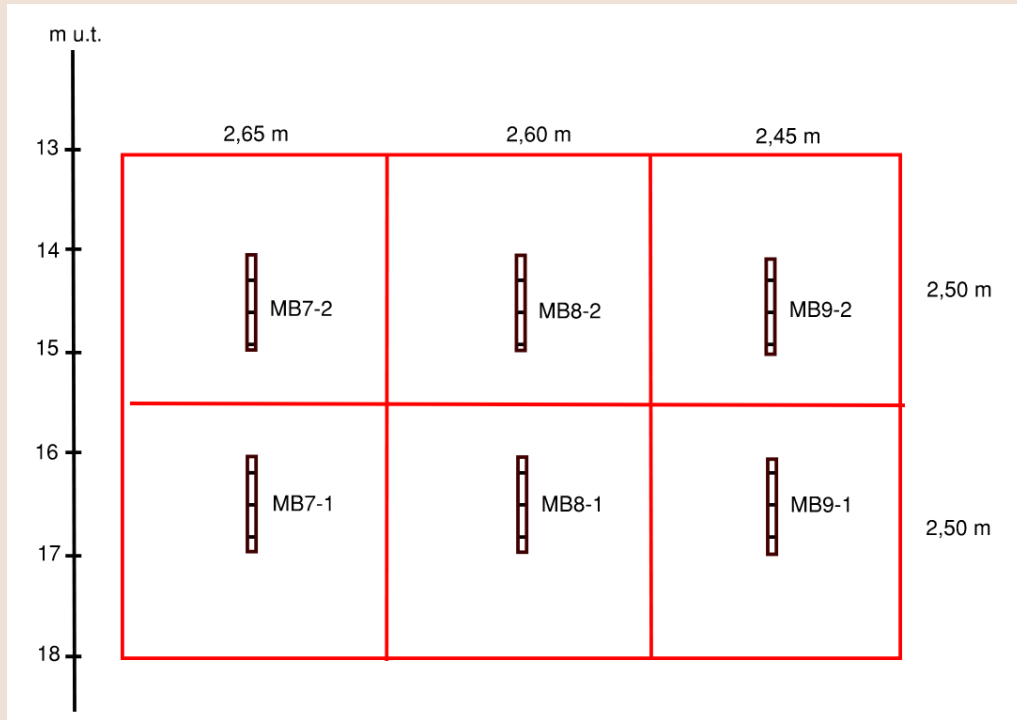
Koncentrationer af chlorerede, C



Kun monitoringsboringer

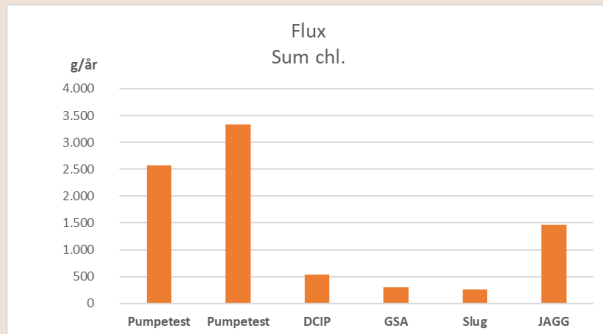


Traditionel fluxberegning



Resultater

Type	Boringer	K_h (m/s)	V_d (m/år)	K_h Geometrisk middelværdi (m/s)	V_d Anvendt (m/år)	Flux Sum chl. (g/år)	Risikoflux til ressource 200.000 m ³ /år (g/år)
Pumpetest	Kun monitoringsboringer	$4 \times 10^{-5} - 8 \times 10^{-5}$	7,6-15		10	2.569	600
Pumpetest	Monitoringsboringer og NSVP	$4 \times 10^{-5} - 8 \times 10^{-5}$	7,6-15		10	3.340	600
DCIP	Monitoringsboringer og NSVP	$1 \times 10^{-7} - 8 \times 10^{-4}$		$8,82 \times 10^{-6}$	1,67	536	600
GSA	Monitoringsboringer og NSVP	$8,7 \times 10^{-7} - 3,0 \times 10^{-5}$		$7,56 \times 10^{-6}$	1,43	295	600
Slug	Monitoringsboringer og NSVP	$1,1 \times 10^{-6} - 3,3 \times 10^{-5}$		$7,46 \times 10^{-6}$	1,41	257	600
JAGG	Monitoringsboringer og NSVP	$1 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-5}$	1,9-9,5		5,7	1.459	600



Konklusion

- Den hydrauliske ledningsevne er meget forskellig, selv indenfor et lille areal
- Ekstrem høj K_h ikke fanget ved pumpetest, slugtest og GSA (eller JAGG)
- K_h baseret på pumpetest overestimerer alligevel strømning i feltet
- Op til en faktor 13 mellem højeste og laveste beregnede flux
- Risiko for ressourcen ved de traditionelle metoder, men ikke ved de mere avancerede

Dilemma?

Perspektiv/diskussion

- Tror vi mere på en metode end en anden?
- Kig på massen i kildeområdet
- Skal vi i højere grad inddrage niveauspecifikke vandprøver?
Konc. versus K_h
- Har vi behov for den meget detaljerede viden ved vurdering af flux/risiko?
- Skal vi måle K på flere måder?
- Skal man gange "lokal" K med "lokal" C i hver celle, eller giver det bedre mening at udregne et gennemsnitligt K -felt som man ganger "lokale" C på?
- Hvor mange undersøgelser kan "betale sig" for at få et mere præcist billede af risikoen, og som dermed måske kunne lukke sagen?
- Skal vi bruge flere punkter inde i centrum i fanen og mindre energi på en fuldstændig afgrænsning? Hvad batter?
- Når vi nu alle sammen nok godt ved, at flere detailldata giver bedre resultater – hvorfor er det så at vi stadigvæk i branchen bliver ved med at sætte lange filtre?

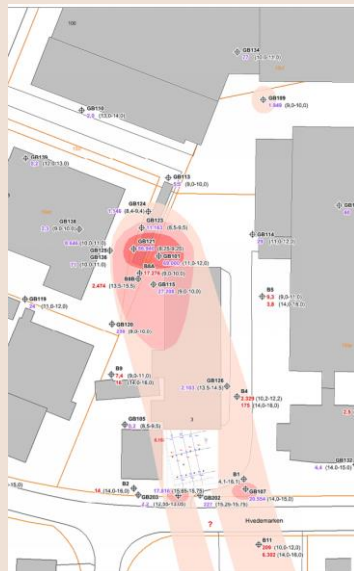
Perspektiv/diskussion

- Tror vi mere på en metode end en anden?
 - Kig på massen i kildeområdet

Masse/udvaskning



-regler/beregninger



Masse i kildeområde ca. 50 kg

Alder ca. 50 år

Forventet udvaskningstid 80-120 år

Forventet flux ca. 1 kg/år

Type	Boringer	K_h (m/s)	V_d (m/år)	K_h Geometrisk middelværdi (m/s)	V_d Anvendt (m/år)	Flux Sum chl. (g/år)
Pumpelest	Kun monitoringsboringer	$4 \times 10^{-5} - 8 \times 10^{-5}$	7,6-15		10	2.569
Pumpelest	Monitoringsboringer og NSVP	$4 \times 10^{-5} - 8 \times 10^{-5}$	7,6-15		10	3.340
DCIP	Monitoringsboringer og NSVP	$1 \times 10^{-7} - 8 \times 10^{-4}$		$8,82 \times 10^{-6}$	1,67	536
GSA	Monitoringsboringer og NSVP	$8,7 \times 10^{-7} - 3,0 \times 10^{-5}$		$7,56 \times 10^{-6}$	1,43	295
Slug	Monitoringsboringer og NSVP	$1,1 \times 10^{-5} - 3,3 \times 10^{-5}$		$7,46 \times 10^{-6}$	1,41	257
JAGG	Monitoringsboringer og NSVP	$1 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-5}$	1,9-9,5		5,7	1.459

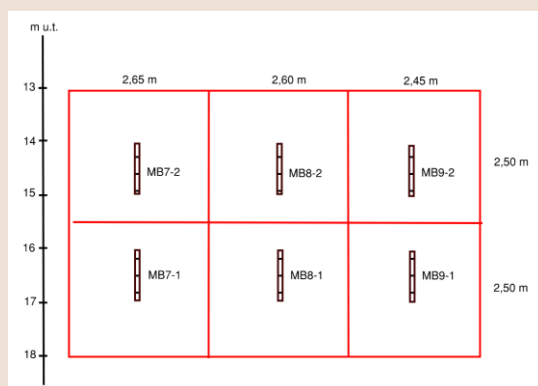
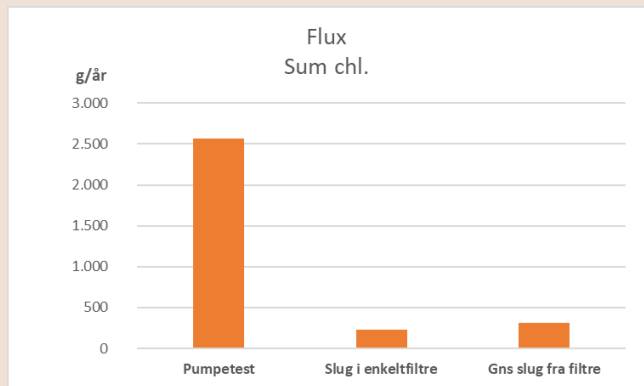
OBS!
Behandlet fane

Perspektiv/diskussion

- Har vi behov for den meget detaljerede viden ved vurdering af flux/risiko?
- Skal vi måle K på flere måder?
- Skal man gange "lokal" K med "lokal" C i hver celle, eller giver det bedre mening at udregne et gennemsnitligt K-felt som man ganger "lokale" C på?

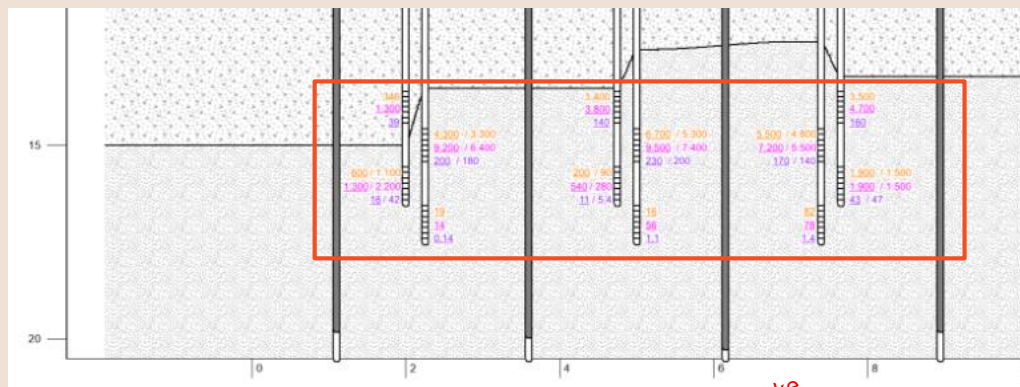
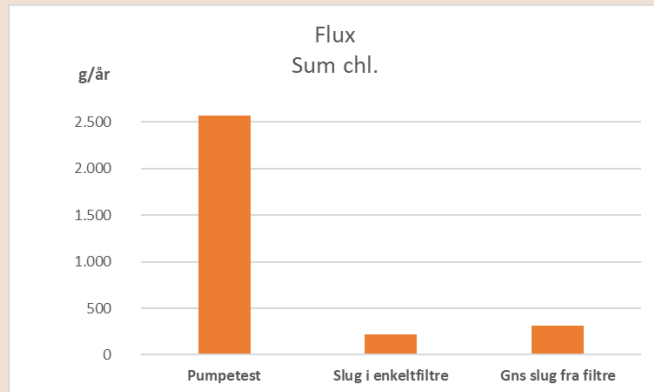
Slug test-Transekt B

Type	Boringer	K_h (m/s)	V_d (m/år)	V_d Anvendt (m/år)	Flux Sum chl. (g/år)	Risikoflux til ressource 200.000 m ³ /år (g/år)
Pumpetest	Kun monitoringsboringer	$4 \times 10^{-5} - 8 \times 10^{-5}$	7,6-15	10	2.569	600
Slug i enkeltfiltre	Kun monitoringsboringer	$2,7 \times 10^{-6} - 1,3 \times 10^{-5}$	0,51-2,4	0,51-2,4	224	600
Gns. slug fra filtre	Kun monitoringsboringer	$6,44 \times 10^{-6}$	1,22	1,22	313	600



Slug test-Transekt C

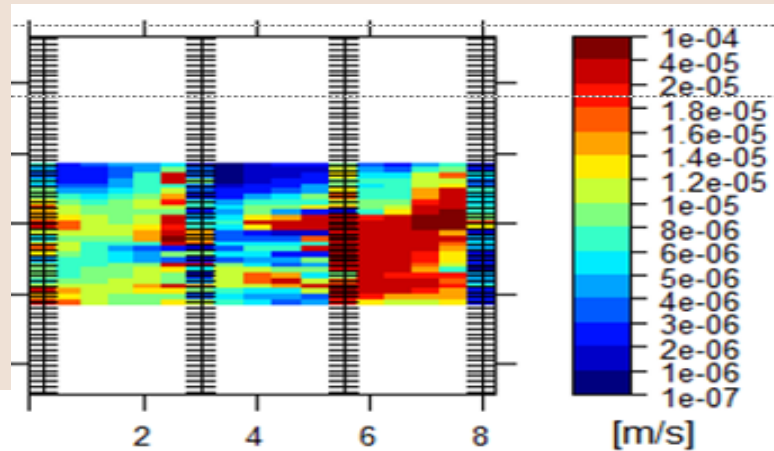
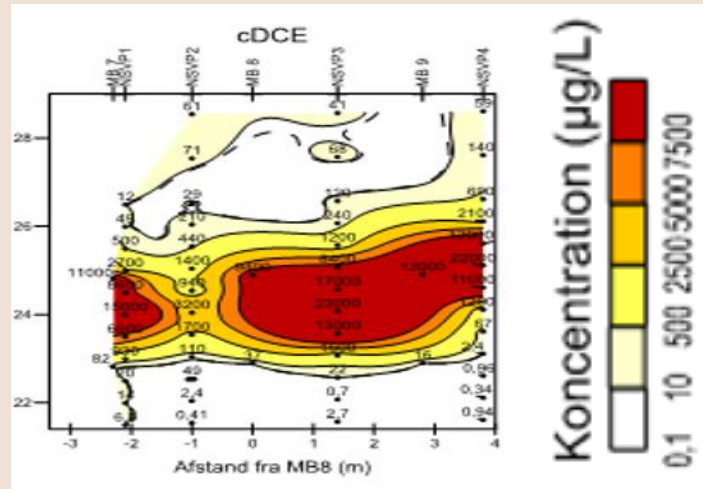
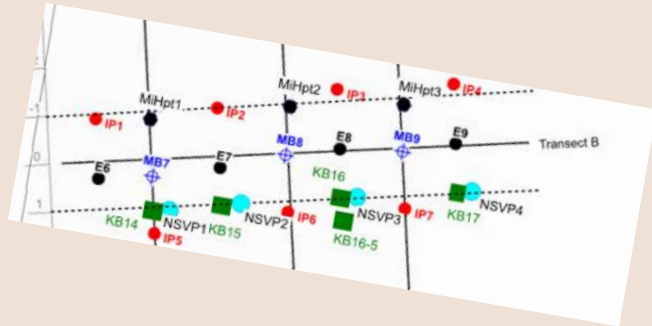
Type	Boringer	K_h (m/s)	V_d (m/år)	V_d Anvendt (m/år)	Flux Sum chl. (g/år)	Risikoflux til ressource 200.000 m ³ /år (g/år)
Pumpetest	Kun monitoringsboringer	$4 \times 10^{-5} - 8 \times 10^{-5}$	7,6-15	10	1.489	600
Slug i enkeltfiltre	Kun monitoringsboringer	$3,2 \times 10^{-6} - 3,2 \times 10^{-5}$	0,66-6,2	0,66-6,2	509	600
Gns slug fra filtre	Kun monitoringsboringer	$6,44 \times 10^{-6}$	1,22	1,22	338	600



Perspektiv/diskussion

- Skal vi i højere grad inddrage niveauspecifikke vandprøver?
Konc. versus K_h

Konc. versus K_h



Perspektiv/diskussion

- Hvor mange undersøgelser kan "betale sig" for at få et mere præcist billede af risikoen, og som dermed måske kunne lukke sagen?
- Skal vi bruge flere punkter inde i centrum i fanen og mindre energi på en fuldstændig afgrænsning? Hvad batter?
- Når vi nu alle sammen nok godt ved, at flere detailldata giver bedre resultater – hvorfor er det så at vi stadigvæk i branchen bliver ved med at sætte lange filtre?